

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-41386

(43)公開日 平成7年(1995)2月10日

(51) Int.Cl.⁶
C 30 B 29/04
25/18

識別記号 庁内整理番号
Q 8216-4G
F 8216-4G
9040-4G

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数4 OL (全8頁)

(21)出願番号 特願平5-188084
(22)出願日 平成5年(1993)7月29日

(71)出願人 000001889
三洋電機株式会社
大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号
(72)発明者 藤本 廉一
大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三
洋電機株式会社内
(72)発明者 堂本 洋一
大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三
洋電機株式会社内
(72)発明者 平野 均
大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三
洋電機株式会社内
(74)代理人 弁理士 西野 卓嗣

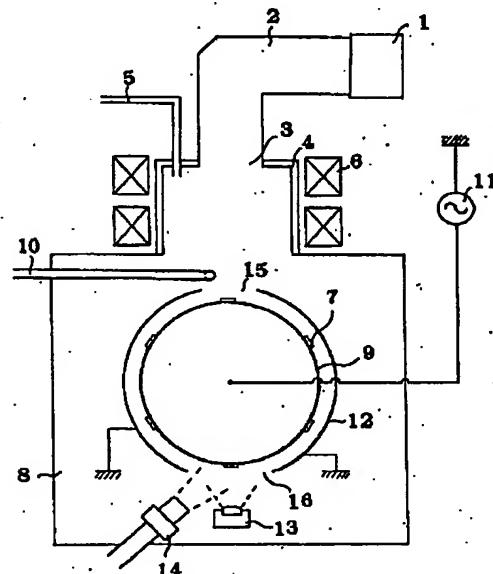
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ダイヤモンド状被膜基板およびその形成方法

(57)【要約】

【目的】 電気かみそり刃等の基板とダイヤモンド状被膜との密着性を向上させ、ダイヤモンド状被膜の剥離発生を低減させたダイヤモンド状被膜基板およびその形成方法を提供する。

【構成】 真空チャンバ8内に配置されたNi、若しくはAlを主成分とする基板、又はステンレス鋼からなる基板7に向けて不活性ガスのイオンを放射すると同時に、蒸発源13からRu原子を前記基板7に向けて放射することによって、前記基板7の表面にRuからなる中間層を形成する第1工程と、前記真空チャンバ8内に供給した炭素を含む反応ガスをプラズマ化し、該プラズマを前記中間層に向けて放射することによって、該中間層の表面にダイヤモンド状被膜を形成する第2工程と、を順次行いダイヤモンド状被膜をRuを主成分とする中間層を介して前記基板7上に設ける。



(2)

特開平7-41386

2

【特許請求の範囲】

【請求項1】ダイヤモンド状被膜をRuを主成分とする中間層を介してNi、若しくはA1を主成分とする基板上、又はステンレス鋼からなる基板上に設けたことを特徴とするダイヤモンド状被膜基板。

【請求項2】前記中間層は組成比率が傾斜構造を有するRuとCの混合層であることを特徴とする請求項1記載のダイヤモンド状被膜基板。

【請求項3】真空チャンバ内に配置されたNi、若しくはA1を主成分とする基板、又はステンレス鋼からなる基板に向けて不活性ガスのイオンを放射すると同時に、蒸発源からRu原子を前記基板に向けて放射することによって、前記基板の表面にRuからなる中間層を形成する第1工程と、

前記真空チャンバ内に供給した炭素を含む反応ガスをプラズマ化し、該プラズマを前記中間層に向けて放射することによって、該中間層の表面にダイヤモンド状被膜を形成する第2工程と、からなるダイヤモンド状被膜基板形成方法。

【請求項4】ガス供給量が所定値まで漸次増加するよう真空チャンバ内に供給した炭素を含む反応ガスをプラズマ化し、該プラズマを前記真空チャンバ内に配置されたNi、若しくはA1を主成分とする基板、又はステンレス鋼からなる基板に向けて放射すると共に、前記基板に向けて不活性ガスのイオンを放射すると同時に、蒸発源からRu原子を蒸発速度が零値まで漸次低減するよう前記基板に向けて放射することによって、前記基板の表面にRuとCの混合層からなる中間層を形成する第1工程と、

前記真空チャンバ内に供給した炭素を含む反応ガスをプラズマ化し、該プラズマを前記中間層に向けて放射することによって、該中間層の表面にダイヤモンド状被膜を形成する第2工程と、からなるダイヤモンド状被膜基板形成方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、電気かみそり刃等の基板表面に、その特性の向上、及び表面保護の目的でダイヤモンド状被膜を形成するものに関し、特に基板とダイヤモンド状被膜との密着性に優れたダイヤモンド状被膜基板およびその形成方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、基板とダイヤモンド状被膜との密着性を向上させるために、その基板とダイヤモンド状被膜との間に中間層を形成させるものが提案されており、例えば特開平1-317197号公報には、プラズマCVD法により基板上にシリコン(Si)を主成分とする中間層を形成し、その中間層の上にダイヤモンド状被膜を形成する技術が示されている。これにより、セラミックス基板やSi基板などの基板上に直接ダイヤモンド状

被膜を形成した場合に比べて基板に対するダイヤモンド状被膜の密着性を向上させることができた。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来技術はセラミックス基板やSi基板などの基板上にダイヤモンド状被膜を形成する場合を想定しており、電気かみそり刃等に良く用いられるニッケル(Ni)、アルミニウム(A1)、又はステンレス鋼にダイヤモンド状被膜を形成する場合については検討されておらず、例えばNi基板にSiCやSi、N_xらなる中間層を形成し、その上にダイヤモンド状被膜を形成した場合には、密着強度不足のためにダイヤモンド状被膜の剥離が発生する場合があった。

【0004】従って、電気かみそり刃等の基板に対してどのような種類の中間層が最も適しているのか不明瞭であった。

【0005】本発明は、斯かる点に鑑みてなされたものであって、電気かみそり刃等の基板とダイヤモンド状被膜との密着性を向上させ、ダイヤモンド状被膜の剥離発生を低減させたダイヤモンド状被膜基板およびその形成方法を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するために手段】本発明のダイヤモンド状被膜基板は、ダイヤモンド状被膜をRuを主成分とする中間層を介してNi、若しくはA1を主成分とする基板上、又はステンレス鋼からなる基板上に設けたことを特徴し、また、その中間層を組成比率が傾斜構造を有するRuとCの混合層とすることを特徴とする。

【0007】そして、本発明の第1のダイヤモンド状被膜基板形成方法は、真空チャンバ内に配置されたNi、若しくはA1を主成分とする基板、又はステンレス鋼からなる基板に向けて不活性ガスのイオンを放射すると同時に、蒸発源からRu原子を前記基板に向けて放射することによって、前記基板の表面にRuからなる中間層を形成する第1工程と、前記真空チャンバ内に供給した炭素を含む反応ガスをプラズマ化し、該プラズマを前記中間層に向けて放射することによって、該中間層の表面にダイヤモンド状被膜を形成する第2工程と、からなることを特徴とする。

【0008】また、本発明の第2のダイヤモンド状被膜基板形成方法は、ガス供給量が所定値まで漸次増加するよう真空チャンバ内に供給した炭素を含む反応ガスをプラズマ化し、該プラズマを前記真空チャンバ内に配置されたNi、若しくはA1を主成分とする基板、又はステンレス鋼からなる基板に向けて放射すると共に、前記基板に向けて不活性ガスのイオンを放射すると同時に、蒸発源からRu原子を蒸発速度が零値まで漸次低減するよう前記基板に向けて放射することによって、前記基板の表面にRuとCの混合層からなる中間層を形成する第1工程と、前記真空チャンバ内に供給した炭素を含む反

(3)

特開平7-41386

3
応ガスをプラズマ化し、該プラズマを前記中間層に向けて放射することによって、該中間層の表面にダイヤモンド状被膜を形成する第2工程と、からなることを特徴とする。

【0009】

【作用】本発明によれば、Ni、若しくはAlを主成分とする基板、又はステンレス鋼からなる基板とダイヤモンド状被膜との密着性を向上させ、ダイヤモンド状被膜の剥離発生を低減させたダイヤモンド状被膜基板が形成される。

【0010】また、本発明のダイヤモンド状被膜基板形成方法によれば、第1工程において中間層の形成にイオンのエネルギーを利用するため、イオン注入により中間層が基板と強固に密着する。

【0011】更に、本発明の第2のダイヤモンド状被膜基板形成方法によれば、組成比率が傾斜構造を有する中間層が形成される。

【0012】

【実施例】以下、本発明をその一実施例を示す図面に基づいて説明する。図1は、本発明のダイヤモンド状被膜基板を形成するための装置を示す概略断面図である。

【0013】同図において、1はマイクロ波供給手段であり、マイクロ波供給手段1で発生されたマイクロ波は、導波管2、マイクロ波導入窓3を通過、プラズマ発生室4に導かれる。5はプラズマ発生室4にアルゴン(Ar)ガスなどの放電ガスを導入させる放電ガス導入管、6はプラズマ発生室4の周囲に配置されたプラズマ磁界発生装置であり、マイクロ波による高周波磁界とプラズマ磁界発生装置6からの磁界を作用させて、プラズマ発生室4に高密度のプラズマを形成する。そして、このプラズマはプラズマ磁界発生装置6による発散磁界に沿って基板7を配した真空チャンバ8に導かれる。

【0014】従って、上述のマイクロ波供給手段1、導波管2、マイクロ波導入窓3、プラズマ発生室4、放電ガス導入管5、プラズマ磁界発生装置6により構成されたECR(電子サイクロトロン共鳴)プラズマCVD装置からのプラズマ流が基板7に放射されることになる。

【0015】ここで、基板7は真空チャンバ8の背面に対して垂直に枢着された軸(図示せず)の回りに回転自在に設けられた筒状基板ホルダ9の周側面に装着された基板であり、複数個の基板7が等間隔で取付けられている。尚、本実施例では、基板7としてニッケル(Ni)基板を用い、基板ホルダ9の周側面に数十個装着している。この結果、一回の真空排気によって処理できる基板の個数が増大できることになる。

【0016】10は真空チャンバ8内に原料ガスとしてメタン(CH₄)ガスを導入させる反応ガス導入管であり、後述するガス導入部10aと、ガス放出部10bにより構成され、その導入されたCH₄ガスはプラズマの作用により分解される。11は高周波電源(13.56MHz)であ

10

20

30

40

50

4

り、所定の高周波電圧(RF電圧)を基板ホルダ9に印加し、基板7に負の自己バイアス(-50V)を発生させている。これは、プラズマ中における電界によるイオンの移動速度は電子に比べて遅いため、RF電圧印加中の電位の振れに対して、電子は追随するが、イオンが追随できないことを利用している。従って、RF電圧を基板7に印加することにより、基板7に電子が多く放射され、基板7に負の自己バイアスが発生することになり、プラズマ中の正イオンが引き込まれ、基板7上にダイヤモンド状被膜が形成される。

【0017】12は基板ホルダ9の周側面を囲繞するよう所定距離隔てて設けられた金属製の筒状シールドカバーであり、接地電極に接続されている。このシールドカバー12は、被膜形成時に基板ホルダ9に印加されるRF電圧によって被膜形成個所以外の基板ホルダ9と真空チャンバ8との間で放電が発生するのを防止するために設けられており、基板ホルダ9とシールドカバー12との間隙が電子の平均自由行程以下の距離となるように配置している。これは、基板ホルダ9とシールドカバー12との間隙を電子の平均自由行程以下、即ち、何らかの原因で発生した電子が電界により加速され、気体原子と衝突せずに移動できる平均距離以下に設定することにより、電子が気体原子と衝突する確率を下げ、雪崩的に電離が進行するのを防止している。

【0018】従って、被膜形成個所以外での放電発生を防止するためには、基板ホルダ9とシールドカバー12との間隙を電子の平均自由行程以下の距離に設定する必要があり、特に電子の平均自由行程の1/10以下の距離の場合には効果がある。尚、本実施例では基板ホルダ9とシールドカバー12との間隙を電子の平均自由行程の1/10以下となる約5mmとした。

【0019】13は電子ビームにより中間層の構成材料となるルテニウム(Ru)原子を蒸発させて基板7に向けて放射する蒸発源、14は蒸発源13から蒸発した構成材料にエネルギーを付与するために、不活性ガスを供給し、そのイオンを放射するイオンガンである。尚、本実施例では不活性ガスとしてArガスを供給している。

【0020】15はプラズマ発生室4下方のシールドカバー12上部に設けられた第1開口部であって、その第1開口部15を通じてプラズマ発生室4からの引き出されたプラズマ流が筒状基板ホルダ9に装着された基板7に放射されるようになっている。16はシールドカバー12下部に設けられた第2開口部であって、その第2開口部16を通じて蒸発源13、及びイオンガン14からの構成材料、及びArイオンが基板ホルダ9に装着された基板7に放射されるようになっている。

【0021】また、上記反応ガス導入管10は、図2に示すように、外部から真空チャンバ8内にCH₄ガスを導入するガス導入部10aと、この導入部10aにT字状に接続されたガス放出部10bにより構成されている。そし

(4)

特開平7-41386

5

て、ガス放出部10bは基板ホルダ9の回転方向に対して垂直に配置され、且つ第1開口部15上方の前記回転方向の上流側に位置するように取付けられている。ガス放出部10bには、前記回転方向に向けて下方約45度の方向に複数個の孔17（本実施例では、8個）が形成されており、その孔17のピッチは、ガス導入部10a側が最も大きく、ガス導入部10aから遠ざかるに従い徐々に小さくなっている。これにより、導入部10aから導入されたCH₄ガスは放出部10bの各孔17から均等に噴出する。

【0022】以上のように、基板7の表面にECRプラズマCVD装置による被膜形成手段と、蒸発源13、及びイオンガン14による被膜形成手段とを有するため、ダイヤモンド状被膜形成工程、及び中間層形成工程を個別に制御でき、基板上に所望の中間層を容易に形成することができる。

【0023】次に、上記図1実施例装置を用いてNi基板7の表面にRuを主成分とする中間層を設け、その上にダイヤモンド状被膜を形成する方法について、中間層としてRu層を形成する場合と、Ruと炭素（C）の混合層を形成する場合について、夫々第1、及び第2実施例として以下に説明する。

【0024】先ず、第1実施例として基板7の表面にRu層の中間層を設け、その上にダイヤモンド状被膜を形成する場合について説明する。

【0025】初めに、基板ホルダ9の周側面に数十個のNi基板7を等間隔で装着する。そして、真空チャンバー8内を10⁻³～10⁻⁷Torrに排気し、基板ホルダ9を約10rpmの速度で回転させる。次に、イオンガン14にArガスを供給して、Arイオンを取り出して、これを基板13の表面に放射する。この時のArイオンの加速電圧は400eV、イオン電流密度は0.3mA/cm²に設定した。一方、Arイオンの放射と同時に蒸発源13を駆動し、Ru原子を蒸発させて基板7の表面に放射する。この時のRuの蒸発速度は基板7上での成膜速度に換算して420Å/minに設定した。

【0026】以上の工程を5分程度行い、基板7の表面に膜厚200ÅのRu層の中間層を形成した。

【0027】次に、蒸発源13、及びイオンガン14からのRu原子及びArイオンの放射を止め、ECRプラズマCVD装置の放電ガス導入管5からArガスを流量40sccmで供給すると共に、マイクロ波供給手段1から2.45GHz、100Wのマイクロ波を供給して、プラズマ発生室4内に形成されたArプラズマを基板7の表面に放射する。これと同時に、基板7に発生する自己バイアスが-50Vとなるように、高周波電源11から13.56MHzのRF電圧を基板ホルダ12に印加し、反応ガス導入管10からCH₄ガスを流量100sccmで供給する。

【0028】以上の工程を15分程度行い、基板7に形成された中間層の上に膜厚1200Åのダイヤモンド状被膜を形成した。従って、上記二つの工程の結果、基板7の表

10

20

30

40

50

6

面にRu層の中間層を介してダイヤモンド状被膜が形成されることになる。

【0029】次に、第2実施例として基板7の表面にRuとCの混合層となる中間層を設け、その上にダイヤモンド状被膜を形成する場合について説明する。

【0030】先ず、上記第1実施例の場合と同様に、基板ホルダ9の周側面に数十個のNi基板7を等間隔で装着し、真空チャンバー8内を10⁻³～10⁻⁷Torrに排気して、基板ホルダ9を約10rpmの速度で回転させる。

【0031】次に、ECRプラズマCVD装置の放電ガス導入管5からArガスを流量40sccmで供給すると共に、マイクロ波供給手段1から2.45GHz、100Wのマイクロ波を供給して、プラズマ発生室4内に形成されたArプラズマを基板7の表面に放射する。これと同時に、基板7に発生する自己バイアスが-50Vとなるように、高周波電源10から13.56MHzのRF電圧を基板ホルダ9に印加し、反応ガス導入管10からCH₄ガスを供給する。この時のCH₄ガスの供給流量を、図3に示すように時間経過に従い漸次増加させ、5分経過時に100sccmになるように設定した。

【0032】そして、このECRプラズマCVD装置による被膜形成処理と同時に、基板7の表面にイオンガン14からArイオンを放射すると共に、蒸発源13からRu原子を放射させる。この時のArイオンの加速電圧を400eV、イオン電流密度を0.3mA/cm²に設定し、Ruの蒸発速度を図4に示すように、基板7上での成膜速度に換算して420Å/minから時間経過に従い漸次減少させ、5分経過後には0Å/minになるよう設定した。そして、Ruの蒸発速度が0Å/minになった時点、即ち5分経過時にイオンガン14からのArイオンの放射を止める。

【0033】以上の工程を5分程度行い、基板7の表面に合計膜厚200ÅのRuとCの混合層構造で、且つRu含有量が基板7の表面から離れるに従い漸次減少すると共に、C含有量が基板7の表面から離れるに従い漸次増加する中間層を形成した。

【0034】次に、反応ガス導入管10から供給するCH₄ガスの供給流量を100sccm一定に設定し、上記工程におけるECRプラズマCVD装置による被膜形成処理を引き続き行う。

【0035】以上の工程を15分程度行い、基板7の形成された中間層の上に膜厚1200Åのダイヤモンド状被膜を形成した。

【0036】従って、上記二つの工程の結果、基板13の表面に組成比率が傾斜構造を有するRuとCの混合層の中間層を介してダイヤモンド状被膜が形成されることになる。

【0037】次に、表1に(イ)上記第1実施例において中間層形成の第1工程を行わず、ダイヤモンド状被膜形成の第2工程のみを15分程度行い、Ni基板上に直接ダイヤモンド状被膜を形成した場合と、(ロ)上記第1実施

(5)

特開平7-41386

7

例を用いてNi基板上にRu層の中間層を形成し、その上にダイヤモンド状被膜を形成した場合と、(ハ)上記第2実施例を用いてNi基板上にRuとCの混合層の中間層を形成し、その上にダイヤモンド状被膜を形成した場合と、(ニ)上記第1実施例において蒸発源13からRu原子の代わりにSi原子を蒸発させてNi基板上にSi層の中間層を形成し、その上にダイヤモンド状被膜を形成した場合の密着性評価試験の結果を示す。尚、評価試験はビ*

8

* ッカース圧子を用いた一定荷重（荷重=1kg）の押し込み試験により行い、表1はこの試験によりNi基板上のダイヤモンド状被膜に剥離が発生した個数を表している。但し、各被膜処理に対する試験基板個数を夫々50個とした。

【0038】

【表1】

	処理(イ)	処理(ロ)	処理(ハ)	処理(ニ)
剥離発生個数 [個]	43	7	0	16

【0039】表1より、処理(イ)の場合には剥離発生個数が43個と多くなっており、中間層を設けずにNi基板上に直接ダイヤモンド状被膜を形成した場合には、ダイヤモンド状被膜の密着性が悪いことがわかる。これに対して、中間層を形成し、その上にダイヤモンド状被膜を形成した処理(ロ)～(ニ)の場合には、剥離発生個数が夫々7個、0個、16個と処理(イ)の場合に比べてかなり低い値となっており、明らかにダイヤモンド状被膜の密着性が向上していることがわかる。この要因の一つは、従来、基板7とダイヤモンド状被膜との熱膨張係数の差により生じていた熱応力を中間層の存在により緩和させるためである、と考えられる。

【0040】また、Ni基板上にRu層の中間層を形成し、その上にダイヤモンド状被膜を形成した処理(ロ)の場合には剥離発生個数が7個であるのに対し、Ni基板上にSi層の中間層を形成し、その上にダイヤモンド状被膜を形成した処理(ニ)の場合には剥離発生個数が16個となっており、従来、セラミックス基板やSi基板に対するダイヤモンド状被膜形成時の中間層として最適であると言われているSi層よりNi基板に対してはRu層のほうが被膜間の密着性が優れていることがわかる。特に、処理(ハ)の場合、即ち、Ni基板上に組成比率が傾斜構造を有するRuとCの混合層の中間層を形成し、その上にダイヤモンド状被膜を形成した場合には、剥離発生個数が0個であり、被膜間の密着性が優れていることがわかる。これは、中間層を含量比率が傾斜構造を有するRuとCの混合層とすることにより、被膜間での界面発生が防止されるためである、と考えられる。

【0041】更に、基板7としてAl、ステンレス鋼を用いた場合についても、同様の評価試験を行ったが、上記Ni基板の場合と略同様の結果が得られた。

【0042】従って、Ni、Al、又はステンレス鋼からなる基板上にダイヤモンド状被膜を形成する場合には、Ruを含む中間層を設け、その上にダイヤモンド状被膜を形成することにより、基板とダイヤモンド状被膜との密着性を向上させ、ダイヤモンド状被膜の剥離発生が低減できることになる。更に、中間層を組成比率が傾斜構造を有するRuとCの混合層とすることにより、基板とダイヤモンド状被膜との密着性を一層向上させることが可能となる。

【0043】尚、上記実施例では、ダイヤモンド状被膜形成のためにECRプラズマCVD装置を用いた場合について説明したが、その他の各種プラズマCVD装置、例えば高周波プラズマCVD装置やDCプラズマCVD装置などを用いても構わない。

【0044】また、上記実施例では、基板上にRuを主成分とする中間層を形成するため、ECRプラズマCVD装置の他に、蒸発源13、及びイオンガン14を用いて被膜形成する場合について説明したが、この他に、メッキ処理により基板上にRuを主成分とする中間層を形成したり、あるいは上記ECRプラズマCVD装置の反応ガス導入管10からRuを含む原料ガスを供給して基板上にRuを主成分とする中間層を形成させても構わない。但し、この場合には上記実施例の場合に比べて、中間層の膜質制御が難しく、また、若干密着性が劣る虞れがある。

【0045】

【発明の効果】以上述べた通り本発明によれば、Ni、若しくはAlを主成分とする基板、又はステンレス鋼からなる基板とダイヤモンド状被膜との間にRuを主成分とする中間層を介在させたので、この両者の密着性を向上させ、ダイヤモンド状被膜の剥離発生を低減させたダ

50

(6)

特開平7-41386

9

10

イヤモンド状被膜基板を形成することができる。

【0046】また、本発明のダイヤモンド状被膜基板形成方法によれば、第1工程において中間層の形成にイオンのエネルギーを利用するため、イオン注入により中間層を基板に強固に密着させることができる。

【0047】更に、本発明の第2のダイヤモンド状被膜基板形成方法によれば、組成比率を傾斜構造とした中間層が形成されるので、基板とダイヤモンド状被膜との密着性がより一層向上させることができるとなる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明一実施例としての硬質炭素被膜形成のための装置を示す概略断面図である。

【図2】反応ガス導入管の平面図である。

【図3】図1実施例の装置を用いた場合の、時間と反応ガス導入管10から供給するCH₄ガスの流量との関係を示す図である。

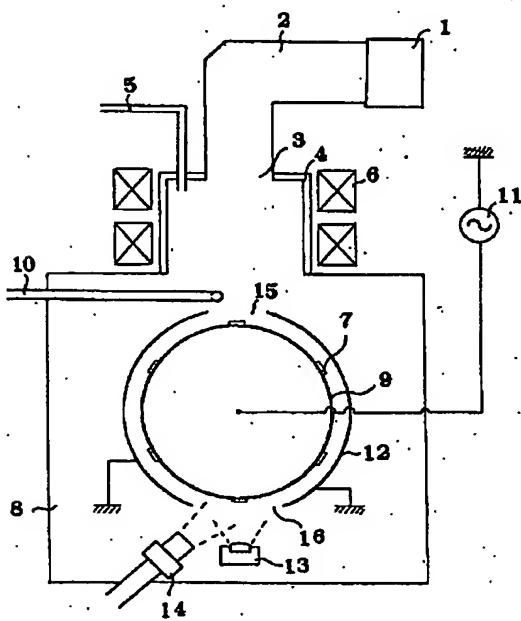
【図4】図1実施例の装置を用いた場合の、時間と蒸発源13から放射するRuの蒸発速度との関係を示す図である。*

* る。

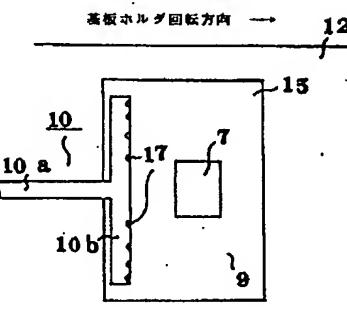
【符号の説明】

- | | |
|----|-----------|
| 1 | マイクロ波供給手段 |
| 2 | 導波管 |
| 3 | マイクロ波導入窓 |
| 4 | プラズマ発生室 |
| 5 | 放電ガス導入管 |
| 6 | 磁界発生手段 |
| 7 | 基板 |
| 8 | 真空チャンバ |
| 9 | 筒状基板ホルダ |
| 10 | 反応ガス導入管 |
| 11 | 高周波電源 |
| 12 | 筒状シールドカバー |
| 13 | 蒸発源 |
| 14 | イオンガン |
| 15 | 第1開口部 |
| 16 | 第2開口部 |

【図1】



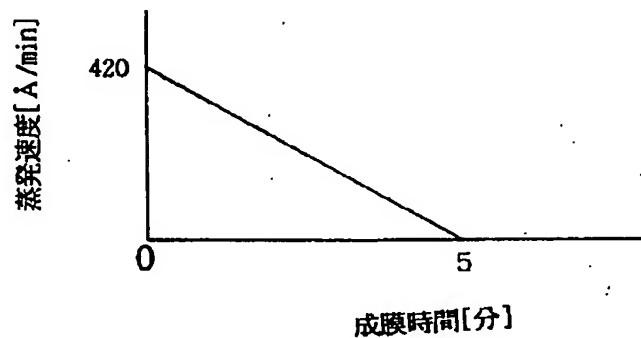
【図2】



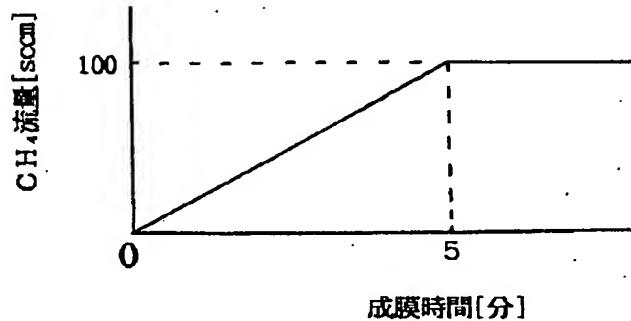
(7)

特開平7-41386

【図3】



【図4】



【手続補正書】

【提出日】平成6年2月18日

【手続補正1】

【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図3

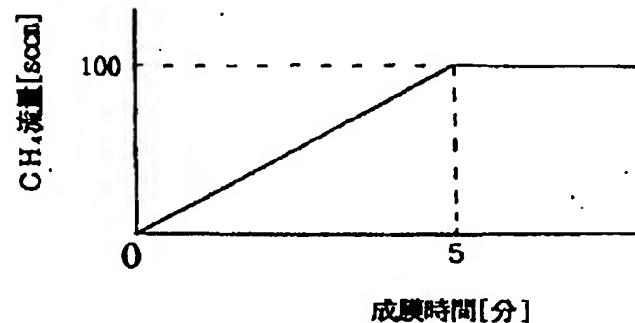
【補正方法】変更

【補正内容】

【図3】

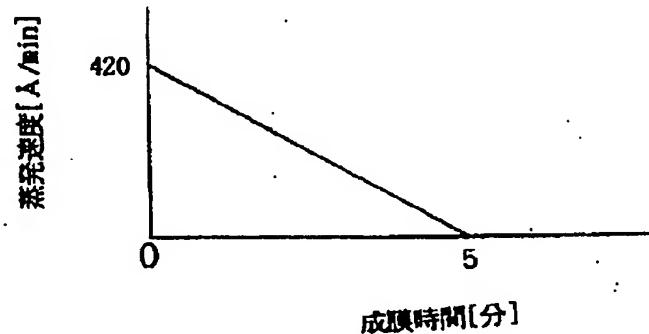
(8)

特開平7-41386



【手続補正2】
 【補正対象書類名】図面
 【補正対象項目名】図4

* 【補正方法】変更
 【補正内容】
 * 【図4】



フロントページの続き

(72)発明者 木山 精一
 大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三
 洋電機株式会社内